

Roni Sojakka

Turva-automaation esiselvitys

Opinnäytetyö
Energiatekniikan koulutusohjelma

Marraskuu 2015

Tekijä/Tekijät	Tutkinto	Aika
Roni Sojakka	Insinööri AMK	Marraskuu 2015
Opinnäytetyön nimi	39 sivua	
Turva-automaation esiselvitys		
Toimeksiantaja		
FGG Finngas GmbH		
Ohjaaja		
Yliopettaja Merja Mäkelä		
Tiivistelmä		
<p>Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli saada selkeä kokonaiskuva Haminan satamassa toimivan Finngas GmbH -nestekaasuvaraston turva-automaatiosta nykyisellään ja verrata sitä asetuksen 856/2012 määräyksiin, erityisesti kohtaan ”Valvonta-, hallinta- ja turvajärjestelmät”. Varastointiprosessiin kuuluu nestekaasujen varastointi ja siirtäminen eri kuljetusvälineiden ja säiliöiden välillä. Prosessiin ei sisälly aineiden keskinäinen reagoiminen. Aiheesta tuli ajankohtainen, sillä asetus velvoittaa laatimaan selvityksen 1. päivään tammikuuta 2016 mennessä.</p> <p>Turva-automaatioon liittyy järjestelmiä, kuten hätäpysäytysjärjestelmä, varaenergiajärjestelmä ja kaasunilmaisinjärjestelmä. Näiden kartoittaminen aloitettiin haastattelemalla työntekijöitä ja selvittämällä mahdolliset riskit prosessissa. Tämän tueksi käytiin lävitse laitoksen dokumentteja automaatiojärjestelmistä, instrumentointilaitteista ja räjähdysvaarallisten tilojen luokituksista. Kun oli saatu käsitys käytössä olevista järjestelmistä ja ratkaisuista, pystyttiin niitä vertailemaan uusimpiin järjestelmiin ja asetukseen.</p> <p>Vertailun tuloksista voidaan todeta, että laitoksen turvallinen toiminta on nykyisellään taattu. Erillisen turva-automaatiojärjestelmän hankinta on perusteltua tehdä samaan aikaan käyttöautomaatiojärjestelmän uusimisen kanssa. Myös tällä hetkellä käytössä olevat turvajärjestelmät tulee liittää osaksi turva-automaatiojärjestelmää.</p>		
Asiasanat		
nestekaasu, turva-automaatiojärjestelmä, selvitys		

Author (authors)	Degree	Time
Roni Sojakka	Bachelor of Engineering	November 2015
Thesis Title		
Preliminary Report About Safety Automation		39 pages
Commissioned by		
FGG Finngas GmbH		
Supervisor		
Merja Mäkelä, Principal Lecturer		
Abstract		
<p>The purpose of this thesis was to examine the safety automation used at Finngas GmbH liquefied petroleum (LPG) gas terminal and compare it to the provisions of government decree 856/2012. The main focus was on Chapter 5 section 50 of the decree concerning “control, management and safety systems”. The storage process includes only transferring LPG between different means of transportation and LPG tanks. There are no chemical reactions between the products. The topic became important as the decree requires that a preliminary report be prepared by the first day of January 2016.</p> <p>Safety automation includes systems such as emergency stop, power generator that starts automatically at power failure and gas detectors. The methods used in this study were to interview various employees of Finngas and recognize all the possible risks involved in the process. Furthermore, the facility’s own documents regarding automation systems, process instrumentation and hazardous areas with a potentially explosive atmosphere were analysed. Finally, a comparison between the existing systems, the latest system and the decree was conducted.</p> <p>As a result of the comparison, it can be concluded that the safe operation of the facility can be guaranteed. The acquisition of a separate safety automation system should be scheduled at the same time as the renewal of the old automation system. Moreover, the existing safety systems should be merged with the upcoming safety automation system.</p>		
Keywords		
liquefied petroleum gas, safety automation system, report		

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	7
2	FINNGAS-VARASTOINTI.....	8
2.1	Varastointiprosessi	9
3	TURVA-AUTOMAATION TOTEUTUS.....	10
3.1	Tila- ja laiteluokat.....	10
3.1.1	Tilaluokat	10
3.1.2	Laiteluokat	11
3.2	IEC-turvastandardit.....	11
3.3	Viranomaiset.....	12
3.4	Asetuksen 856/2012 velvoitteet	13
4	TURVA-AUTOMAATIO NESTEKAASUN VARASTOINTIPROSESSISSA.....	14
4.1	Luokitellut tilat	14
4.1.1	Laivanlastauslaituri ja putkisillat.....	15
4.1.2	Lyhyt purkaussilta ja pallosäiliöt	15
4.1.3	Pitkä purkaussilta ja sikarisäiliöt	15
4.2	Kaasunilmaisinjärjestelmä	16
4.3	Sähkökatko	16
4.4	Hätäseis.....	18
4.5	Paloilmoitinjärjestelmä	21
4.6	Palovesijärjestelmä.....	21
4.7	Ohjausjärjestelmä	21
4.7.1	Ohjaussovellus	26
4.7.2	Lukitukset	26
4.8	Instrumentointi	27
4.9	Turvallisuuskoulutus	27
5	VARASTOINTIPROSESSIN KEHITTÄMINEN ASETUKSEN 856/2012 MUKAISEKSI 28	
5.1	Käyttöautomaatiojärjestelmä	29
5.2	Hätäpysäytysjärjestelmä.....	30

5.3	Säiliöiden ylitäytön tarkkailu ja estäminen	31
5.4	Häiriöstä ilmoittava järjestelmä	31
5.5	Vaaralliset reaktiot pysäyttävä järjestelmä	32
5.6	Turva-automaatiojärjestelmä	32
5.7	Varaenergiajärjestelmä	35
5.8	Toimenpide-ehdotukset	36
6	YHTEENVETO	37
	LÄHTEET	38

KÄYTETYT LYHENTEET

ATEX	Atmosphères explosibles, räjähdyskelpoiset ilmaseokset
HMI	Human machine interface, käyttöliittymä
HW	Hardware, laitteisto
IEC	International Electrotechnical Commission, Kansainvälinen sähköalan standardointiorganisaatio
KEMA	Keuring van Elektrotechnische Materialen te Arnhem, sertifiointilaitos
LEL	Lower explosive limit, alempi räjähdysraja
NC	Normal closed, normaalisti kiinni oleva kosketin
NO	Normal open, normaalisti auki oleva kosketin
OLM	Optical link module, optinen linkkimoduuli
SIL	Safety Integrity Level, turvallisuuden eheystaso
TAJ	Turva-automaatiojärjestelmä
TUKES	Turvallisuus- ja kemikaalivirasto
UPS	Uninterruptible power supply, keskeytyksetön sähkönsyöttö
VPN	Virtual private network, virtuaalinen erillisverkko

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on selvittää Finngas GmbH:n Suomen sivuliikkeen turva-automaatio nykyisellään ja kuinka sitä tulee uudistaa, jotta se vastaa valtioneuvoston asetusta 856/2012. Esiselvityksen tarkoituksena on saada selkeä kuva tämänhetkisestä turva-automaatiosta ja paneutua kohtiin, jotka eivät täytä vaadittua turvallisuustasoa sekä pohtia ratkaisuja näihin.

Finngas toimii Haminan satamassa nestekaasun välivarastona. Laitoksen prosessi kattaa nestekaasun varastoinnin ja sen siirtämisen eri kuljetusvälineiden ja säiliöiden välillä. Varastolla ei sekoiteta nestekaasuja keskenään millään tavalla, vaan puhdas aine kulkee aina säiliöstä kuljetusvälineeseen ja kuljetusvälineestä säiliöön.

Turva-automaatio on tärkeä osa laitoksen toimintaa, sillä alueella on suuri palokuorma ja potentiaaliset vahingot ovat merkittävät. Kaikenlainen aineiden välinen reagoiminen on merkki siitä, että jotakin on mennyt pieleen ja tällöin on aina riski onnettomuuteen. Tätä riskiä pyritään minimoimaan turva-automaatiolla ja erilaisilla turvallisuusratkaisuilla. Laitoksen sijoitus satamaan pois asutuksen läheisyydestä on itsessään turvallisuusratkaisu, mutta ympäröivät yritykset sekä henkilökunta ja ympäristö ovat vaara-alueella. Täten turvallisuus on otettava huomioon uudistuksissa ja jokapäiväisessä toiminnassa.

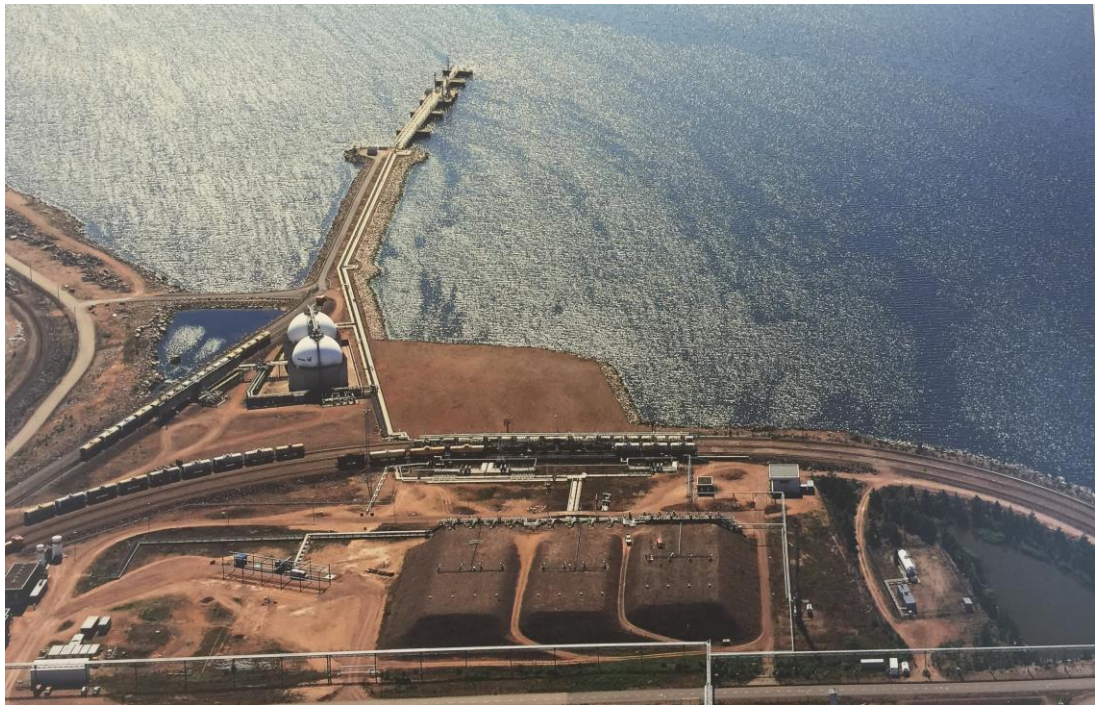
Erillisen turva-automaatiojärjestelmän nykyinen poissaolo selittyy korkealla hankintahinnalla ja asetuksen vaikeaselkoisuudella. Uusi pelkkää turvallisuutta koskeva järjestelmä on suurempi kokonaisuus, kuin jo olemassa oleva vanha automaatiojärjestelmä. Tämän suunnittelu-, materiaali-, asennus- ja huoltokustannukset kohoaisivat hyvin korkealle. Asetus 856/2012 voidaan tulkita usealla tavalla. Täten ei ole olemassa tiettyä oikeaa ratkaisua, jota voidaan soveltaa kaikkiin kohteisiin. Tämä luo haasteen löytää oikea turvallisuusratkaisu, koska jokainen kohde on erilainen.

Esiselvityksen pohjana toimii asetus 856/2012. Muu tieto hankitaan haastattelemalla useita eri osa-alueiden asiantuntijoita Finngasilla. Haastattelemalla saadaan selkeä käsitys nestekaasun varastointiprosessista yleisesti sekä

tarkka kuvaus turva-automaatiosta, turvalaitteista ja toimenpiteistä vaaratilanteiden varalle ja niiden ehkäisemiseksi.

2 FINNGAS-VARASTOINTI

Saksalainen Finngas GmbH omistaa Suomessa sivuliikkeen, joka varastoi paineenalaisena nesteytettyjä kaasuja, kuten propaania, butaania ja pentaania. Yritys on perustettu Suomeen vuonna 1984 ja tämänhetkinen varastointikapasiteetti saavutettiin vuonna 1988. Kaasut saapuvat pääosin Venäjältä junalla ja jatkavat matkaansa laivalla muun muassa Amsterdamiin ja Rotterdamiin tai kuorma-autoilla Suomen sisällä. (Vahtera 2015.)



Kuva 2.1. Ilmakuva Finngas-varastoalueesta

Varastointialue koostuu kahdestatoista maapeitteisestä sikarisäiliöstä ja kahdesta pallosäiliöstä, joiden yhteenlaskettu vetoisuus on $35\,200\text{m}^3$. Tällä hetkellä on mahdollista varastoida sekä purkaa ja lastata neljää eri nestekaasua samanaikaisesti. (Finngas 2015, 4.)

2.1 Varastointiprosessi

Varastoalueen lämpötilavaihtelu sijoittuu välille $-45\text{ }^{\circ}\text{C}$ ja $+45\text{ }^{\circ}\text{C}$ ja tämä vaikuttaa nestekaasun varastointipaineeseen. Varastointipaineeseen vaikuttavat myös se, mitä nestekaasua säiliö sisältää. Vaihteluväli nestekaasun varastointipaineessa riippuen nestekaasusta ja ympäröivästä lämpötilasta on 0,2 bar - 12,0 bar. Ylipaineen ylläpitoon käytetään tarvittaessa apuna typpikaasua. (Finngas 2015, 4.)

Putkilinjat täytyy huuhdella typellä eli inertoida aina, kun siirrettävä nestekaasu vaihtuu tai on mahdollisuus hapen olemassaoloon linjassa. Tämä estää eri tuotteiden ja hapen reagoimisen keskenään. Inertoinnissa jäljellä olevat kaasut, myös happi korvaantuvat typellä. Typpeä käytetään, koska se on inertti eli se ei reagoi muiden aineiden kanssa. Hapen tilavuusprosentin ollessa alle kolme prosenttiyksikköä, ei synny räjähtäviä kaasuja. Tähän hapen määrään päästään lisäämällä putkilinjaan typpeä. (Finngas 2015, 10, 12, 21.) Alueelta löytyy soihtu, jonka tarkoituksena on polttaa pois tuotteen jäämät ja poistaa mahdollinen ylipaine. Soihtuun ohjataan myös laivojen säiliöiden inerttikaasut ja ylipaine täyttötilanteessa, jotteivät ne aiheuta vastapainetta säiliöön ja näin hidasta täyttöä (Simola 2015).

Junalla nestekaasua tuotaessa junasäiliöt tyhjennetään sikarisäiliöistä kompressorilla painetulla kaasulla ulos säiliövaunuista, jolloin saman aineen kaasumuoto painaa nestekaasun ulos vaunusta. Tämä periaate toimii muissakin tyhjennystilanteissa. Tyhjennykseen voidaan käyttää myös typpeä, jolloin tyhjennettävänä ollut säiliö jää täyteen inerttikaasua. (Simola 2015.) Laivalla on omat pumput, jotka hoitavat tyhjennyksen (Vahtera 2015). Laivaa täytettäessä Finngasin pumput täyttävät laivan halutulla nestekaasulla.

Alueella on myös kolme paikallista toimijaa, jotka käyttävät Finngasia varastona. Kahdelle näistä lähtee omat putkensa, joita he voivat ohjata etänä omista tiloistaan. Kolmannella toimijalla on kuorma-auton täyttämiseen tarvittava täyttöpiste laitoksen alueella. Valvomo-operaattori avaa putkilinjan täyttöpisteelle, jonka jälkeen kuorma-auton kuljettaja toimii itse operaattorina täytön ajan. Finngas pystyy valvomaan lähtevän nestekaasun määrää. (Vahtera 2015.)

3 TURVA-AUTOMAATION TOTEUTUS

Turva-automaatiolla tarkoitetaan prosessien riskien vähentämistä ja hallintaa muusta automaatiosta erillään olevalla turva-automaatiojärjestelmällä. Turva-automaatiojärjestelmän keskeisimmät toiminnot on pysäyttää prosessi ja viikaantuneen laitteen toiminta tai ohjata prosessi turvalliseen tilaan. (Tukes 2007, 3.) Turva-automaatiojärjestelmä on suoja, jos automaatiojärjestelmä pettää.

3.1 Tila- ja laiteluokat

Räjähdysvaarallisia tiloja (ATEX-tiloja) ja niihin asennettavia laitteita on jaettu erilaisiin luokkiin räjähdysvaaran ja laitteelta vaadittujen ominaisuuksien perusteella (Tukes 2012, 8). Tämä helpottaa oikean laitteen valintaa tilaan, jossa on mahdollista syntyä räjähdysvaarallisia ilmaseoksia.

3.1.1 Tilaluokat

Tilat on jaettu kahteen pääluokkaan, jossa kussakin on kolme alaluokkaa.

Taulukko 3.1. Tilaluokat

Tulenaroista kaasuista johtuvat räjähdysalittiit alueet			Tulenarasta pölystä johtuvat räjähdysalittiit alueet		
Tilaluokka 0	Tilaluokka 1	Tilaluokka 2	Tilaluokka 20	Tilaluokka 21	Tilaluokka 22
Alueilla, joilla syntyy räjähdysvaarallista ilman ja kaasun seosta pitkäkestoisia aikoja tai tiheään.	Alueilla, joilla syntyy räjähdysvaarallista ilman ja kaasun seosta ajoittain.	Alueilla, joille ei odoteta syntyvän räjähdysvaarallista ilman ja kaasun seosta tai sen muodostuminen on erittäin epätodennäköistä.	Alueilla, joilla syntyy räjähdysvaarallista ilman ja pölyn seosta pitkäkestoisia aikoja tai tiheään.	Alueilla, joilla syntyy räjähdysvaarallista ilman ja pölyn seosta ajoittain.	Alueilla, joille ei odoteta syntyvän räjähdysvaarallista ilman ja pölyn seosta tai sen muodostuminen on erittäin epätodennäköistä.

(SFS 2011, 4)

3.1.2 Laiteluokat

Räjähdysvaarallisten tilojen laitteet jaetaan kahteen pääryhmään. Ensimmäinen ryhmä käsittää laitteet, jotka on tarkoitettu kaivoksiin asennettaviksi ja altistuvat siellä kaivoskaasuille tai palaville pölyille. Toiseen ryhmään kuuluvat laitteet, jotka asennetaan muualle kuin kaivoksiin. Laiteluokat jakautuvat ensimmäisessä ryhmässä luokkaan - M1, erittäin korkea turvallisuustaso, luokkaan - M2, korkea turvallisuustaso ja luokkaan - M3, normaali turvallisuustaso. Toisen ryhmän laitteet mukailevat samaa nimeämiskäytäntöä ilman M-kirjainta. (SFS 2011, 2 – 3.)

Laitteita valittaessa tulee huomioida, että paremman suojaustason omaavat laitteet kelpaavat ylempään tilaluokkaan, mutta eivät päinvastoin. Esimerkiksi luokan 1 laite käy jokaiseen tilaluokkaan, mutta luokan 2 laite kelpaa vain tilaluokkaan 1 tai 21 ja siitä ylöspäin. (SFS 2011, 4.)

Taulukko 3.2. Laiteluokat

Ryhmä I		Ryhmä II					
Luokka M		Luokka 1		Luokka 2		Luokka 3	
1	2	G	D	G	D	G	D
		(Kaasu)	(Pöly)	(Kaasu)	(Pöly)	(Kaasu)	(Pöly)
		Tilaluokka 0	Tilaluokka 20	Tilaluokka 1	Tilaluokka 21	Tilaluokka 2	Tilaluokka 22

(SFS 2011, 4)

3.2 IEC-turvastandardit

Kansainvälinen sähköalan standardointiorganisaatio (International Electrotechnical Commission, IEC) on alusta, joka yhdistää useiden maiden asiantuntijat ja auttaa heitä luomaan yhteisymmärryksessä yleisesti hyväksyttäviä standardeja (IEC verkkosivut 2015). Kaksi tärkeää standardia ovat tuotteiden

valmistajia ja toimittajia koskeva IEC61508-standardi sekä turva-automaation suunnittelijoita, asentajia ja käyttäjiä koskeva IEC61511-standardi (IEC 2003, 11). Nämä standardit auttavat laitevalmistajia tekemään turva-automaatioon soveltuvia komponentteja ja laitteita sekä opastavat niitä asentavia ja jatkuvasti käyttäviä henkilöitä kohti turvallista toimintaa.

Komponenteissa ja tuotteissa prosessien arvioinnit, vikatietojen kerääminen ja oikeanlainen dokumentaatio auttavat kehittämään tuotteita entistä turvallisemmiksi, sekä käyttämään niitä turvallisemmin. Järjestelmiin käytetään turvallisuuden eheystason (Safety Integrity Level, SIL) määrittelyä. SIL-taso määritellään aiheutuvan seurauksen tason, tapahtuman toistuvuuden, tapahtuman todennäköisyyden ja sen vältettävyyden avulla. Alla olevan taulukon (Kuva 3.1.) sarakkeista taajuus, todennäköisyys ja vältettävyyys lasketaan pisteet yhteen. Tämän jälkeen yhteenlaskettuja pisteitä verrataan luokkaan ja saadaan vaadittu SIL-taso, kun tiedetään vikaantumisen seuraus (VTT 2010, 16).

Seuraukset		Vakavuus Se	Luokka CI				
			3-4	5-7	8-10	11-13	14-15
Kuolema, näön tai käden menetys		4	SIL 2	SIL 2	SIL 2	SIL 3	SIL 3
Palutumaton, sormen menetys		3			SIL 1	SIL 2	SIL 3
Palautuva, sairaanhoito		2				SIL 1	SIL 2
Palautuva, ensiapu		1					SIL 1
Taajuus ja kesto Fr		Vaarallisen tapahtuman todennäköisyys, Pr			Vältettävyyys Av.		
<= 1 tunti		5	Erittäin todennäköinen		5		
> 1 t - <= päivä		5	Todennäköinen		4		
> 1 päivä - <= 2 viikkoa		4	Mahdollinen		3	Mahdoton	5
> 2 vko - <= 1 vuosi		3	Harvoin		2	Mahdollista	3
> 1 vuosi		2	Ei huomioitava		1	Todennäköistä	1

Kuva 3.1. SIL-tason määrittäminen (VTT 2010, 16)

3.3 Viranomaiset

Teknisen turvallisuuden ja luotettavuuden valvontaviranomaisena toimii Suomessa turvallisuus- ja kemikaalivirasto (Tukes). Tukes valvoo tuotteita, laitteistoja, laitoksia ja teknisiä palveluita (Tukes 2007, 11). Henkilöstön turvallisuuden ja terveyden sekä omaisuusvahinkojen estämisen turvaamiseksi on ole-

massa asetus 576/2003, jota valvoo työsuojeluviranomainen (Valtioneuvosto 2003). Tukes valvoo laitoksia, joissa on laajamittaista kemikaalien käsittelyä tai varastointia ja vähäistä käsittelyä harjoittavat laitokset kuuluvat pelastusviranomaisten valvonnan alaiseksi (Tukes 2012, 3). Käytännössä tarkastuksia tekevät Tukesin hyväksymät tarkastuslaitokset, kuten Inspecta.

3.4 Asetuksen 856/2012 velvoitteet

Asetus koskee vaarallisten kemikaalien käsittelyyn ja varastointiin suuntautuneita tuotantolaitoksia. Siinä käydään lävitse laitoksen sijaintia, laitoksen sisäisiä sijoituksia, turvallisuusvaatimuksia, räjähdysten estämistä, onnettomuuksille varautumista sekä ammoniumnitraatin erityissäännöksiä koskevia asioita. (Valtioneuvosto 2012)

Toimeksiannon kannalta merkittävin kohta löytyy asetuksen 856/2012 4 luvun 50 § valvonta-, hallinta- ja turvajärjestelmät. Asetus velvoittaa kyseisiä laitoksia laatimaan selvityksen ja suunnitelman vaadittavan turvallisuustason saavuttamiseksi 1. tammikuuta 2016 mennessä (Valtioneuvosto 2012).

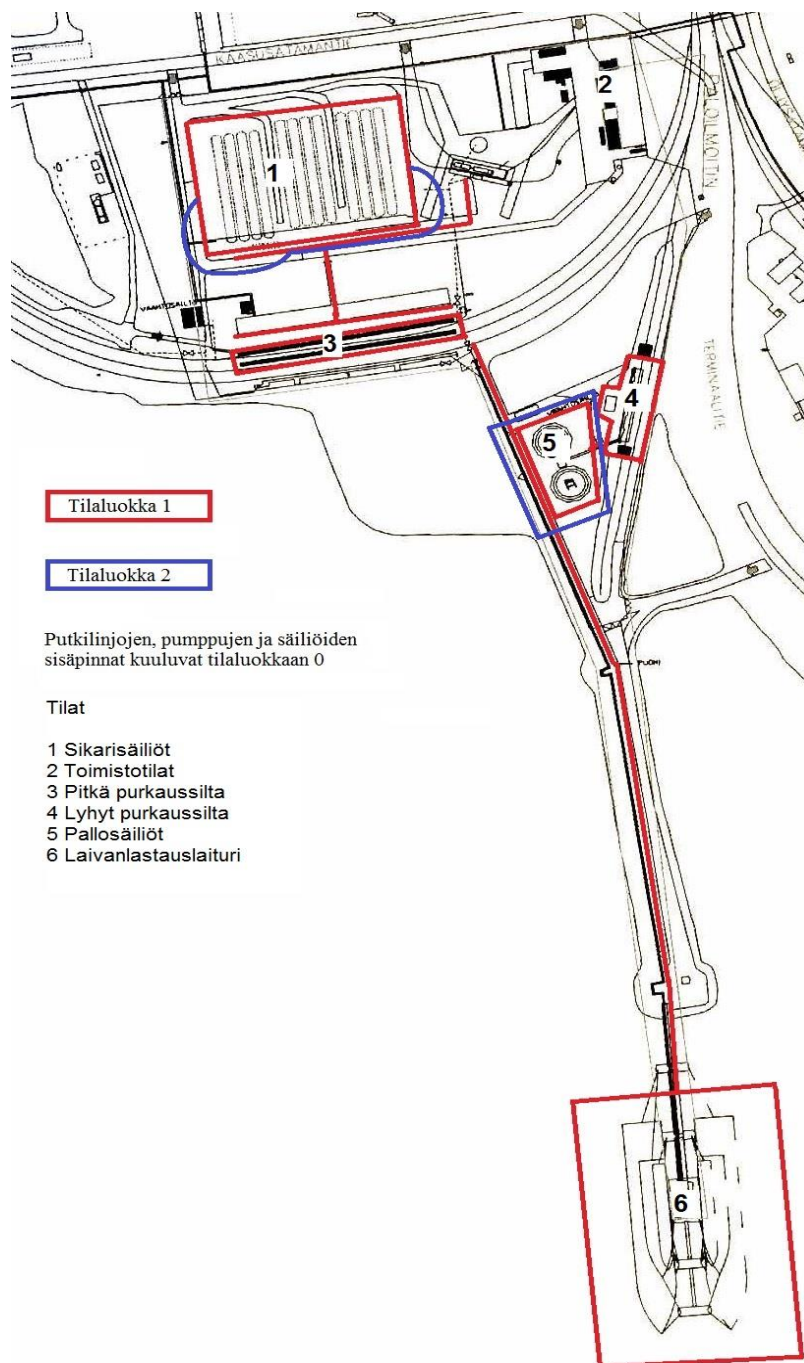
Asetuksessa on myös muita kohtia, joissa tarkastellaan yksityiskohtaisemmin vaadittuja turvajärjestelmiä. Tällainen on esimerkiksi 6 luvun 72 § vaaratilanteiden havaitseminen ja hälytykset, joka käsittää kemikaali- kaasun- ja palonilmaisimet (Valtioneuvosto 2012). Finngasilla tämä tarkoittaa kaasunilmaisimia.

Asetusta 856/2012 on muutettu useilta kohdilta toukokuussa 2015. Nämä muutokset eivät kuitenkaan ratkaisevasti muuta asetuksen keskeistä sisältöä, vaan ovat lähinnä päivitettyjä viittauksia uudempiin asetuksiin. (Valtioneuvosto 2015)

4 TURVA-AUTOMAATIO NESTEKAASUN VARASTOINTIPROSESSISSA

Turva-automaatio Finngasilla on toteutettu kahdeksankymmenluvun säännösten mukaisesti ja paikoin myös sitä tarkemmin. Nykyiset säännökset ovat kuitenkin muuttuneet tarkemmiksi. Seuraavissa kappaleissa käydään lävitse tällä hetkellä Finngasilla käytössä olevia turvallisuusratkaisuja.

4.1 Luokitellut tilat



Kuva 4.1. Tilaluokat (Sähköryhmä Muukka OY 2015)

4.1.1 Laivanlastauslaituri ja putkisillat

Laivanlastauslaiturin alue on määritelty kuuluvaksi tilaluokkaan 1 ja kuvan puutteellisten etäisyyksien takia, käytetään Haminan Satama Oy:n määrittelemää 20 metrin suojavyöhykettä. SFS käsikirjassa 59 ”Räjähdysvaarallisten tilojen luokittelu” on määritelty tilaluokitusohjeet sekä laivan purkamiselle että lastaamiselle. Näitä tilaluokitusohjeita voidaan soveltaa tähän tilanteeseen. Putkien sisäpuolinen alue kuuluu tilaluokkaan 0 ja ulkopuolinen alue tilaluokkaan 1. (JP-Suunnittelu Oy 2005, 3.)

4.1.2 Lyhyt purkaussilta ja pallosäiliöt

Lyhyen purkausillan ja pallosäiliöiden alueen tilaluokat ovat jaettu samalla tavalla. Säiliövaunun purkuyhteen ja pallosäiliöiden varoventtiilien yläpuolinen kahden metrin alue kuuluu tilaluokkaan 1 ja jatkuu 45 asteen kulmassa maahan saakka. Poikkeuksena pallosäiliöitä ympäröivä betonimuuri, jonka jälkeen tilaluokka 1 vaihtuu tilaluokkaan 2. Purkaussillan ympärillä olevat purkupumput ja pallosäiliöiden lastauspumput ovat niin ikään luokiteltu samalla tavalla. Pumppujen ympärillä on kahden metrin säteellä tilaluokka 1, jonka jälkeen tilaluokka seuraavalla 2 metrin säteellä vaihtuu tilaluokkaan 2. Pallosäiliöiden, vaunujen ja putkien sisäpuolinen alue luokitellaan kuuluvaksi tilaluokkaan 0. (JP-Suunnittelu Oy 2005, 1 – 3.)

4.1.3 Pitkä purkaussilta ja sikarisäiliöt

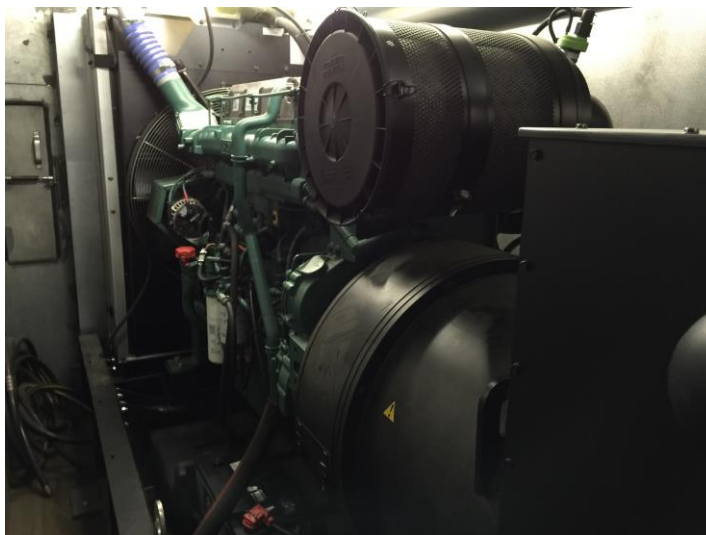
Kuvasta 5 ei ilmene pitkän purkaussillan etäisyydet, mutta SFS- käsikirja 59 määrittelee tilaluokan 1 neljän ja puolen metrin päähän varoventtiilin puhallusputken aukosta kaikkiin suuntiin. Tätä ympäröi tilaluokka 2 vaakasuoraan kolmen metrin alueelle ja puolen metrin korkeuteen asti maanpinnasta. Sikarisäiliöiden ympärille on asetettu 10 metrin alue tilaluokkaa 1. Säiliöiden 1 - 4 sekä säiliön 12 merenpuoleisissa päissä olevien varoventtiilien ympäristö on 25 metrin etäisyydeltä merkitty kuuluvaksi tilaluokkaan 2. Tämän alueen sisälle jää tilaluokkaan 1 kuuluvia pumppuja ja höyrystymissäiliöitä, jotka on erikseen merkitty kuvaan. Lisäksi kaikkien sikarisäiliöiden, putkien ja vaunujen sisäpuolinen alue luokitellaan kuuluvaksi tilaluokkaan 0. (JP-Suunnittelu Oy 2005, 3 – 5.)

4.2 Kaasunilmaisinjärjestelmä

Alueella on useita kaasunilmaisemiseen tarkoitettuja antureita, jotka mittaavat kaasun pitoisuuksia ilmassa. Hälytysrajat on asetettu hälyttämään, kun tietty prosenttiosuus saavutetaan propaanin alemmasta räjähdysrajasta (lower explosive limit, LEL) (Lautala 2015). Ensimmäinen hälytysraja on 15 prosenttia LEL:stä, jolloin hälytystieto lähtee valvomolle. Toinen hälytysraja on 30 prosenttia LEL:stä, jolloin hälytystiedon saa valvomon lisäksi myös päivystäjä (Simola 2015).

4.3 Sähkökatko

Tuotantolaitokseen tulee kolme erillistä 20 kV:n linjaa. Kaikkien näiden ollessa poikki samaan aikaan, aiheutuu sähkökatko. Jännitteen alenemisen seurauksena 500 kW:n hätägeneraattori (Kuva 4.2.) lähtee käyntiin. (Simola 2015.) Hätägeneraattorissa on kolme eri käyttömahdollisuutta, käsi-, automaatti- sekä semiautomaattiajo (Kuva 4.3.). Normaalitilanteessa käytössä on automaattiajo, jossa verkon jännitettä valvoo 3-vaiheinen jännitevahti. Jännitteen alenemisen huomattuaan automatiikka kytkee päälle generaattorin, joka on valmiina syöttämään jännitettä noin 7 sekunnin kuluttua moottorin käynnistymisestä. Semiautomaatti on käytännössä sama kuin automaatti, mutta moottori voidaan käynnistää ja pysäyttää start- ja stop-painikkeilla. Käsiäjo tarkoittaa moottorin käynnistämistä start-painikkeella ja sammuttamista stop-painikkeella, myös verkkoon liittyminen ja poistuminen hoidetaan erillisillä painikkeilla. (Tiitinen 2015.)



Kuva 4.2. Hätägeneraattori



Kuva 4.3. Hätägeneraattorin ohjaus

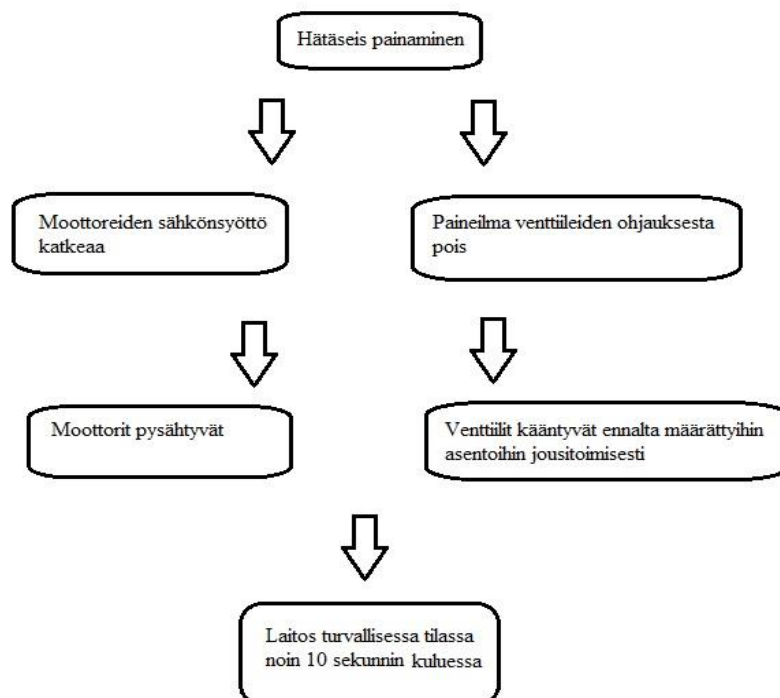
Hätägeneraattori pystyy ylläpitämään prosessitietokoneen, palovesijärjestelmän, osan kameroista ja venttiileistä sekä soihdun (Simola 2015). Varageneraattoriksi sen kapasiteetti on kuitenkin liian alhainen ja laitoksen toimintaa ei voida jatkaa pelkästään sillä. Hätägeneraattorin dieselmoottorin käyntiaika täydellä polttoainetankilla on noin 6,5 päivää ja polttoainetta on mahdollista lisätä käytön aikana. Hätägeneraattorin lisäksi käytössä on keskeytyksettömän sähkönsyöttöjärjestelmä (Uninterruptible Power Supply, UPS), joka kykenee ylläpitämään 24 V:n laitteistoa viisi tuntia ilman latausta. UPS-järjestelmän akkuja (kuva 4.4.) ladataan myös hätägeneraattorilla. (Tiitinen 2015.)



Kuva 4.4 UPS-akut

4.4 Hätäseis

Hätäseis-painikkeen painaminen ajaa laitoksen turvalliseen tilaan kymmenen sekunnin kuluessa.

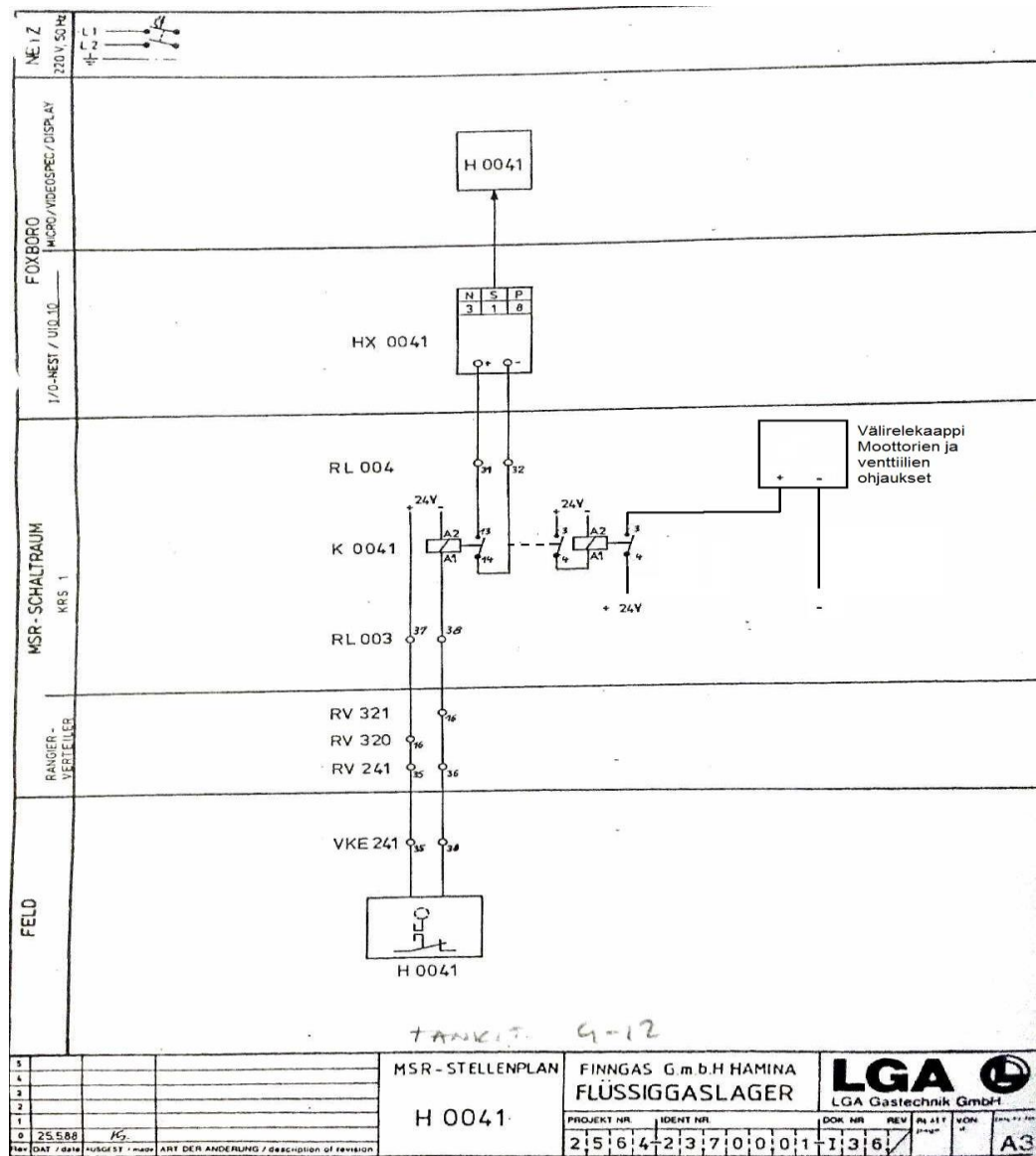


Kuva 4.5. Hätäpysäytysjärjestelmän toiminta

Hätäseis-painikkeen painaminen katkaisee kontaktorilta jännitteen, jolloin kontaktori päästää normaalisti kiinni olevat koskettimet (NC-kosketin) sulkeutumaan ja normaalisti auki olevat koskettimet (NO-kosketin) aukeamaan. NO-kosketin katkaisee jännitteen välirelekaapista (Kuva 4.6.), jossa moottoreiden ja venttiileiden ohjaukset sijaitsevat. Tästä seuraa moottorien syöttöjen katkeaminen ja pysähtyminen sekä venttiilien paineilmaohjausten katkeaminen ja venttiileiden palautuminen ennalta määrättyyn lepotilaan jousitoimisesti. Jousitoimisuudesta johtuen aiheutuu noin kymmenen sekunnin viive siirryttäessä lepotilaan. NC-kosketin luo suljetun virtapiirin Foxboron input-kortille, josta kortti muuttaa tiedon digitaaliseen muotoon. Tiedon ollessa digitaalisena se siirtyy valvomoon, jossa tietokone osaa tulkita sen ja näyttää valvomonäytöllä. Laitoksen jokaisen hätäseis-painikkeiden toiminta testataan vuosittain (Tiitinen 2015).



Kuva 4.6. Välirelekaappi



Kuva 4.7. Esimerkki hätäseis-piiristä (LGA)

Hätäseis-piiri toimii ohjausjärjestelmästä riippumattomana. Tämä tarkoittaa sitä, että hätäseis-painikkeen toiminta on taattu myös tilanteessa, jossa ohjausjärjestelmä on jostain syystä pois käytöstä. Esimerkkutilanne voi olla seuraava: valvomon näyttöpäätteiltä häviää kuva, eikä ole tietoa prosessin sen hetkisestä tilasta. Operaattorin tarvitsee painaa hätäseis-painiketta ja laitos ajaa itsensä turvalliseen tilaan, riippumatta siitä, mitä ohjausjärjestelmässä tapahtuu sillä hetkellä.

4.5 Paloilmoitinjärjestelmä

Toimistotiloissa on paloilmoitinjärjestelmä Esmi FX yhdistettynä palonsammutusjärjestelmään Marioff HI-fog, joka tuottaa korkeapaineisen vesisumun ja kykenee sammuttamaan tulipalot valvomo- ja ristikytkeätiloissa sisällä (Simola 2015). Sammutusjärjestelmä tuottaa typen avulla 200 barin paineella tislattua vedestä vesisumun. Korkealla paineella saadaan aikaan niin hieno vesisumu, että palon sammuttamiseen tarvittava vesimäärä ei kastele tietokoneita ja valvomotilat pysyvät käyttökunnossa järjestelmän laukeamisen jälkeen. (Tiitinen 2015.) Järjestelmä on tärkeä osa turvallisuutta. Se estää palon mahdollisen leviämisen räjähdysherkkään ympäristöön ja suojelee henkilökuntaa.

4.6 Palovesijärjestelmä

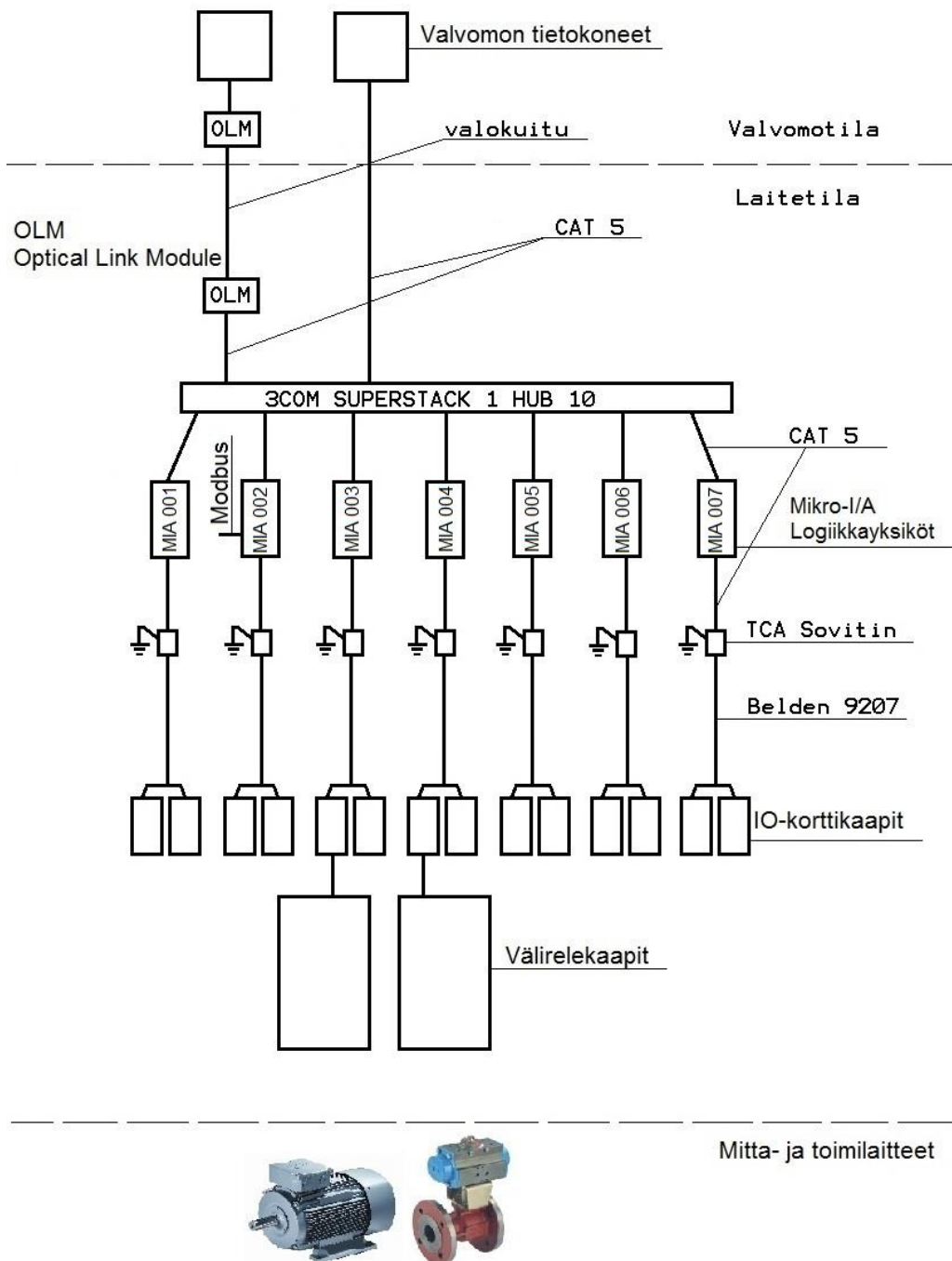
Palovesijärjestelmässä on kaikkiaan kolme pumppua, jotka käyvät järjestelmän ollessa käytössä. Näistä pienin on käynnissä koko ajan ja paineen laskiessa kaksi muuta pumppua käynnistyvät ennalta määrätyssä järjestyksessä. Pumput sijaitsevat erillisessä rakennuksessa ja ottavat käyttövetensä merivesialtaasta, joka on yhteydessä mereen jäätymisrajan alapuolella sijaitsevalla putkella. (Finngas 2015, 13.) Palovesijärjestelmä on myös yhteydessä sataman palovesiverkkoon. Tämä takaa veden saannin, vaikka laitoksen omat palovesipumput vikaantuisivat (Vahtera 2015).

Pallosäiliöt ja junavaunujen purkauspaikat on varustettu kiinteillä vesivalelujärjestelmillä. Alueelta löytyy myös neljä palopostia ja näissä on jokaisessa kolme kolmen tuuman letkulähtöä. (Finngas 2015, 13.) Pitkällä purkaussilla ja laiturilla on myös vesitykkeitä ja laiturin vesitykkeitä voidaan etäohjata valvomosta käsin (Lautala 2015).

4.7 Ohjausjärjestelmä

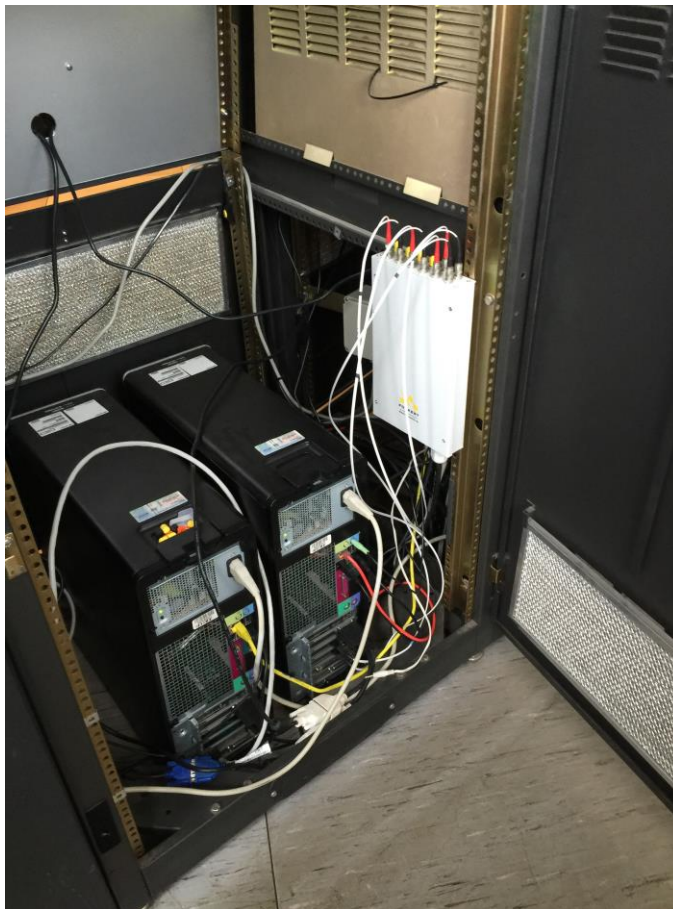
Ohjausjärjestelmän runko selviää alla olevasta järjestelmäkaaviosta (Kuva 4.8.). Valvomosta ohjataan ohjaussovelluksella haluttu toiminto, tieto kulkeutuu valokuitu- tai ethernet-kaapelia pitkin keskittimelle, josta tieto siirtyy muuttumattomana logiikkayksikölle. Logiikkayksikkö lähettää tiedon eteenpäin IO-

kortille, josta ohjaussignaali siirtyy välirelekaapille. Välirelekaapissa sijaitsevat moottorien ja venttiilien ohjausreleet, jotka vetävät tai päästävät riippuen IO-kortilta tulevasta ohjauksesta. Tietoa tulee myös takaisin IO-korteille. Tämänkaltaista tietoa ovat moottorien käyntitiedot, venttiilien asennot ja erilaisten mittausten tiedot. Kortit muuttavat analogiset signaalit digitaalisiksi, jolloin logiikkayksikkö osaa tulkita sen. Logiikkayksiköltä tieto lähtee takaisin keskittimelle, josta se päätyy takaisin valvomon näytölle. Tämän jälkeen operaattori tietää, mitä kentällä tapahtuu.



Kuva 4.8. Järjestelmäkaavio

Kuvasta 4.8 löytyy yksi Modbus-väylä, jota pitkin tulevat säiliöiden pinnanmittaukset. Kaikki pinnanmittaukset tulevat yhdelle Mikro-I/A logiikkayksikölle, joka käsittelee tiedon ja tuo sen operaattorin nähtäville. Mahdollisen säiliön ylitäytön riskin havaitessaan logiikkayksikkö antaa automaattisesti, ilman operaattorin hyväksyntää, käskyn sulkea kyseisen säiliön täyttöventtiilin. (Lautala 2015.)



Kuva 4.9. Valvomon tietokoneet ja OLM

Kuvasta 4.8 sekä kuvasta 4.9 selviää, että ethernet-kaapelista siirryttäessä valokuitukaapeliin, käytössä on moduuli, joka muuntaa sähköisen tiedon optiseksi ja optisesta sähköiseksi (Optical Link Module, OLM). (Mäkelä 2015.)



Kuva 4.10. Mikro-I/A logiikkayksiköt

Kuvassa 4.10 näkyy seitsemän ruskean väristä mikro-I/A logiikkayksikkö. Kuvassa 4.8 ja tekstissä mainittu Modbus-väyläkaapeli menee MIA002 olevaan punaiseen liittimeen. (Lautala 2015.)



Kuva 4.11 IO-korttikaappi



Kuva 4.12. IO-korttikaappi

IO-korteilla tarkoitetaan analogisia ja digitaalisia tulo- ja lähtökortteja. Analogiset tulosignaalit sisältävät prosentuaalista tietoa prosessista, kuten pinnankorkeuden prosenteissa. Analogiset lähtösignaalit sisältävät prosentuaalisen ohjauksen mahdollistavan signaalin. Binääriset tulosignaalit ilmaisevat mittauksen kohteen olevan joko päällä tai pois päältä, kuten moottorin käyntitiedon. Binääriset lähtösignaalit mahdollistavat kohteen ohjauksen joko päälle tai pois.

Kuvassa 4.12. näkyy IO-korttien lisäksi harmaa koje, mistä voidaan lukea IO-korteille tulevien mittausten tiedot ja ohjata IO-korttien uloslähtöjä. Korttikaapeissa on sekä binäärisiä tuloja ja lähtöjä, että analogisia tuloja ja lähtöjä. Viestialueet ovat neljästä kahteenkymmeneen milliampeeriin analogisilla korteilla ja nolla tai viisi voltia digitaalisilla korteilla. (Lautala 2015.)

Taulukko 4.1. IO-korttien tiedot

IO-kortti	Kanavien lukumäärä	Viestialue	Tulojen lukumäärä	Lähtöjen lukumäärä
Analoginen	2	4...20 mA	200	100
Digitaalinen	4 tai 8	0 tai 5 V	900	600

(Lautala 2015)

4.7.1 Ohjaussovellus

Ohjaussovelluksena toimii entisen Invensyksen ja nykyisen Schneider Electricin Foxview 10.22. Sovellus on suurelta osin itse rakennettu vanhan sovelluksen päälle. Näin sovellus on saatu räätälöityä täysin omia tarpeita vastaavaksi. Räätälöintiin on kuulunut omien kuvakkeiden luomista ja turhien vaiheiden poistamista sovelluksesta, kuten ponnahdusruutujen takaa tulevat valikot moottoria ohjattaessa. On myös ollut tärkeää, että valittu kokonaisuus näkyy kuvassa kerrallaan joutumatta vaihtamaan näyttökuvia. Tällöin kaikki tarvittava ja tärkeä informaatio käynnissä olevasta prosessista on saatavilla koko ajan. (Lautala 2015.)

4.7.2 Lukitukset

Lukitus tarkoittaa korkeamman prioriteetin ohjausta. Se ohittaa muut ohjaukset ja pakko-ohjaa kohteen turvalliseen tilaan. Lukitus toimii aina samalla tavalla, riippumatta siitä, onko ohjaus sillä hetkellä asetettu automaatti- vai manuaaliohjaukselle.

Ohjaussovellukseen on upotettu suuri määrä erilaisia lukituksia, jotka vähentävät riskiä tahattomaan järjestelmän väärinkäyttöön (Lautala 2015). Tämä tarkoittaa sitä, että ohjaussovellus estää operaattoria suorittamasta haitallisia toimintoja, jos lukituksen täyttävät parametrit käyvät toteen. Tällaisia tilanteita ovat esimerkiksi, säiliön pinnanmittaus osoittaa nesteen pinnan ylärajan olevan saavutettu, jolloin täyttöventtiili sulkeutuu automaattisesti ja sitä ei voi avata ennen nesteen pinnan laskemista alle asetetun rajan. Muita vastaavia lukitustilanteita ovat pumppujen tiivistenesteiden hälytykset. Tämä johtaa siihen,

ettei pumppu käynnisty. Myös purkausillan kokoomalinjan kiinni olo johtaa pakko-ohjaukseen, jolloin kompressori ei käynnisty.

4.8 Instrumentointi

Instrumentointi on osa laitoksen automaatiojärjestelmää. Se kattaa mitta- ja toimilaitteet sekä kaapelit aina laitteilta ristikytkentään asti. Mitattavan tai säädetävän kohteen kriteerit selvitetään ja kohteeseen valitaan sopiva mitta- tai toimilaite. Kun kojeet ovat selvillä, valitaan kaapelit kohteen ja kenttäkotelon välille. Samalle kenttäkotelolle tulee useita kaapeleita eri laitteilta. Lopuksi kenttäkoteloiden ja ristikytken välille valitaan sopivat runkokaapelit. Runkokaapeli kuljettaa kaikkien kenttäkoteloon liitettyjen laitteiden mittaus- ja ohjaussignaalit ristikytkentään.

Finngasilla tällä hetkellä käytössä olevat luokitellut laitteet mukailevat Euroopan parlamentin ja neuvoston ATEX-direktiiviä 94/9/EY. Näitä laiteluokkaan 1 kuuluvia laitteita ovat pinnankorkeus-, virtaus-, lämpötila- ja paineanturit. Käytössä on esimerkiksi Enraf:n valmistama 854 ATG pinnankorkeutta mittaava anturi (Tiitinen 2015). Kyseisellä anturilla on KEMA 01 ATEX 2092 X-sertifikaatti.

4.9 Turvallisuuskoulutus

Jokainen alueella toimiva henkilö käy lävitse turvallisuuskoulutuksen, jolla varmistetaan ymmärrys riskeistä ja tahaton vaaran aiheutus. Vakituisesti alueella olevat henkilöt osallistuvat sisäisiin pelastusharjoituksiin kahdesti vuodessa, jotta onnettomuustilanteessa toimiminen on mahdollisimman rutiininomaista ja sammutustyöt saadaan aloitettua jo ennen pelastuslaitoksen paikalle tuloa. (Vahtera 2015.)

5 VARASTOINTIPROSESSIN KEHITTÄMINEN ASETUKSEN 856/2012 MUKAISEKSI

Asetuksen 856/2012 mukaiset asiat ovat tarkastelun kohteena seuraavissa kappaleissa. Pykälässä viisikymmentä mainittuja järjestelmiä verrataan tällä hetkellä Finngasilla käytössä oleviin järjestelmiin ja ratkaisuihin. Tämän perusteella pohditaan, onko turvallisuustaso tämän hetkisillä järjestelmillä taattu ja minkälaisella aikataululla tulee siirtyä päivitettyihin järjestelmiin. Asetus 856/2012 toteaa seuraavasti:

- 1) käyttöautomaatiojärjestelmä, jolla prosessi tai toiminta pidetään ennalta määritellyissä olosuhteissa;*
- 2) käyttöautomaatiojärjestelmästä toiminnaltaan riippumaton hätäpysäytysjärjestelmä, joka mahdollistaa prosessin alasajon tai toimintojen turvallisen keskeyttämisen käsikäyttöisesti mahdollisen automaattisen hätäpysäytyksen lisäksi;*
- 3) laitteistojen ja säiliöiden ylitäyttymisestä hälyttävä ja ylitäyttöä estävä järjestelmä;*
- 4) järjestelmä, jonka avulla kemikaalin käsittelyyn tai varastointiin liittyvät häiriöt tai poikkeavat olosuhteet voidaan havaita riittävän ajoissa onnettomuuksien estämiseksi;*
- 5) järjestelmä, jolla vaaralliset reaktiot voidaan estää tai pysäyttää tai jolla niitä voidaan hidastuttaa, kuten hätäjäähdytys-, hätälaimennus- ja inertointijärjestelmät;*
- 6) käyttöautomaatiojärjestelmästä riippumaton turva-automaatiojärjestelmä, jolla toteutetaan turvallisuuden kannalta kriittiset lukitukset, suojaukset tai vastaavat ja jolla voidaan estää prosessin joutuminen vaaralliseen tilaan tai jonka avulla prosessi voidaan ohjata turvalliseen tilaan; turva-automaatiojärjestelmän tulee olla niin suunniteltu, että häiriötilanteessa toimilaitteet jäävät tai siirtyvät ennalta määritellyyn turvalliseen tilaan; järjestelmän suunnittelussa on otettava huomioon toiminnan luonteen ja vaarallisuuden kannalta riittävä luotettavuus;*

7) *varaenergiajärjestelmä, jolla voidaan ylläpitää turvallisuuden kannalta kriittisiä toimintoja.* (Valtioneuvosto 2012)

5.1 Käyttöautomaatiojärjestelmä

Tällä hetkellä käytössä oleva Foxboro-käyttöautomaatiojärjestelmä toimii hyvin ja luotettavasti, mutta alkaa olla vanhentunutta teknologiaa. Uuteen järjestelmään siirtyminen on suoritettava tulevien vuosien aikana. Suurin syy päivityksen välttämättömyyteen löytyy varaosien, kuten IO-korttien huonon saatavuuden ja korkean hankintahinnan takia.

Alkuperäinen käyttöautomaatiojärjestelmä on vuodelta 1985. Sitä on sittemmin modernisoitu vuonna 2001 ja 2008. Vuonna 2001 valvomoon otettiin käyttöön Windows NT 4.0 käyttöjärjestelmän tietokoneet ja laitetilaan asennettiin Mikro I/A logiikkayksiköt. Vuonna 2008 valvomon ja laitetilan välille asennettiin valokuitukaapeli ja valvomon tietokoneet uusittiin. Myös käyttöjärjestelmä tietokoneissa päivittyi Windows XP:hen.

Toimivaa käyttöautomaatiojärjestelmää ei ole uusittu, sillä uuteen järjestelmään ei haluta kiirehtiä. Uudessa järjestelmässä voi olla uudet ongelmat. Näitä ei välttämättä osata ennustaa ja halutaan olla varmoja, että uusi järjestelmä ei tuo mukanaan hankaluuksia. Ongelmien syntyä voidaan ehkäistä huolellisella suunnittelulla, testaamisella ja käyttöönnotolla. Varastointiprosessiin ei kuulu monimutkaista säätämistä vaativia toimintoja. Kun monimutkaisia säätötoimenpiteitä ei tarvita, myös järjestelmä voi olla suhteellisen yksinkertainen ja päivittämisen tarve pienenee.

Järjestelmä ei ole yhteydessä internetiin. Internetiin kuulumattomuus on tietoturvakysymys. Kun laitos ei kuulu internetiin, on myös kaappaus verkon yli mahdotonta (Suomen Automaatioseura ry 2010, 19). Laitosta ei voida ohjata etänä. Samalla tämä tarkoittaa myös sitä, että reaaliaikainen prosessin seuranta internetissä ei onnistu. Laittevalmistajan etätuki on kuitenkin järjestettävissä VPN-yhteyden (Virtual Private Network) kautta.

Käytössä olevat laiteluokitellut instrumentointilaitteet mukailevat Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiiviä 94/9/EY ja niiltä löytyy KEMA:n (Keuring

van Elektrotechnische Materialen te Arnhem, sertifiointilaitos) myöntämät sertifikaatit. Sertifikaatit takaavat laitteiden täyttävän valmistuksen aikaiset IEC-turvastandardit.

Vaikkakin käyttöautomaatiojärjestelmä on vanhentunutta tekniikkaa, ohjaussovellusta päivitetään usein. Alkuperäiseen sovellukseen on lisätty lukuisia lukuksia takaamaan turvallisuutta. Lukitukset ovat korkeamman prioriteetin ohjauksia, jotka ohittavat normaalit ohjaukset vikatilanteessa ja ohjaavat kohteen turvalliseen tilaan. Käyttöliittymää (Human Machine Interface, HMI) on myös päivitetty ja siitä on tehty helppokäyttöisempi ja käyttäjäystävällisempi.

5.2 Hätätysjärjestelmä

Hätätysjärjestelmä on toteutettu reletekniikalla ja se on käyttöautomaatiojärjestelmästä riippumaton. Hätätysjärjestelmä ajaa laitoksen turvalliseen tilaan hätäseis-painikkeen painamisen jälkeen. Hätäseis-piiriin kontaktori antaa kontaktiviestin muodossa tiedon input-kortille, josta se siirtyy logiikkayksikölle. Tämä tulkitsee hätäseis-painikkeen painamisen ja lähettää tiedon painamisesta valvomon tietokoneille. Valvomo-operaattori näkee näytöltä, että hätäseis-painike on painettu.

Ohjaaminen valvomonäytöiltä käyttöautomaatiojärjestelmästä on myös mekaanisesti estetty ennen kuin hätäseis-painike on kuitattu. Mekaanisella estämisellä tarkoitetaan hätäseis-painikkeen rakennetta, jossa painike jää pohjaan painamisen jälkeen. Hätäseis-piiri palautuu normaalitilaan, kun painike on vapautettu avaimella.

Pyörivät koneet pysähtyvät hätäseis-painikkeesta. Pääkontaktorin koskettimien ollessa mekaanisesti jumissa, painikkeen painaminen ei auta. Kyseinen tilanne voi johtaa vaaratilanteeseen, jossa moottori jatkaa käymistä ohjauksesta riippumatta. Tällöin ainoa mahdollisuus moottorin pysäyttämiseen on siirtyä moottorin välittömässä läheisyydessä olevalle paikalliselle hätäseis-painikkeelle ja katkaista virta siitä. Tätä ei voida kuitenkaan suorittaa valvomosta käsin, vaan se vaatii operaattorin siirtymistä suoraan moottorin läheisyyteen. Vaikka pysäyttäminen suoraan moottorin läheltä on mahdollista, kuulu siihen ylimääräistä aikaa.

Tämän kaltainen vaaratilanne on mahdollista välttää lisäämällä pääkontaktorin kanssa sarjaan pelkästään hätäpysäytysjärjestelmää varten erillinen hätäseis-kontaktori. Hätäseis-painikkeen painaminen katkaisee jännitteen molempien kontaktorien käämeiltä ja molemmat päästävät. Tällöin pääkontaktorin vikaantumisen ei vaikuta hätäpysäytysjärjestelmän toimintaan ja virransyöttö saadaan katkaistua, vaikka pääkontaktorin kärjet olisivat jumissa.

5.3 Säiliöiden ylitäytön tarkkailu ja estäminen

Säiliöiden ylitäytön tarkkailu ja estäminen kuuluvat käyttöautomaatiojärjestelmän piiriin tällä hetkellä. Käyttöautomaatiojärjestelmän lamaanuessa ylitäytön tarkkaileminen ja automaattinen estäminen loppuvat. Tässä tapauksessa hätäpysäytysjärjestelmä sulkee täyttöventtiilin, kun operaattori huomaa käyttöautomaatiojärjestelmän lamaanumisen ja painaa hätäseis-painiketta.

Ylitäytön tarkkailuun ja estämiseen on syytä olla käytössä käyttöautomaatiojärjestelmästä riippumaton järjestelmä. Inhimillisen erehdyksen mahdollisuus poistuu, jos automaattisesti tapahtuvat turvatoimet toimivat myös käyttöautomaatiojärjestelmän lamaanumisen jälkeen. Tämä on mahdollista toteuttaa jo tällä hetkellä. Jokaiselta säiliöltä tulee kolme eri pinnanmittausta. Nämä kolme ovat Modbus-väylätekniikkaa hyödyntävä pinnanmittaus, perinteistä analogista mittaussignaalia hyödyntävä pinnanmittaus ja kontaktiviestiä eli binaarista mittaussignaalia hyödyntävä mekaaninen pinnanmittaus. Näistä kaksi ensimmäistä pinnanmittausta kertoo pinnankorkeuden millimetreissä ja kolmas kertoo, onko pinnankorkeus tietyn rajan yli vai ei. Turva-automaatiojärjestelmässä (TAJ) voidaan hyödyntää perinteistä analogista mittaussignaalia.

Ottaen kuitenkin huomioon lähivuosina tapahtuvan käyttöautomaatiojärjestelmän päivityksen on ylitäyttöön liittyvät turva-automaatioratkaisut järkevintä päivittää samaan aikaan muiden hankintojen yhteydessä.

5.4 Häiriöstä ilmoittava järjestelmä

Alueelta löytyy useita kaasunilmaisimia, jotka ilmoittavat, jos ympäristöön vuotaa kaasua. Tämä auttaa vaaratilanteiden syntymisen havaitsemista ja tilan-

teeseen varautumista. Kaasunilmaisemiset hälyttävät jo kauan ennen syttyvän kaasuilmasen syntymistä. Ilmaisemiset on kalibroitu hälyttämään, kun ilman ja kaasun seos ylittää 15 % alemmasta räjähdysrajasta. Tämä antaa riittävän ennakkovaroituksen ennen vaaratilanteen syntyä.

Kaasunilmaisemiset ovat liitetty käyttöautomaatiojärjestelmään, jotta hälytyksen tapahtuessa valvomonäytöltä on nopea paikantaa hälytyksen tarkka sijainti. Kaasunilmaisemiset toimivat kuitenkin käyttöautomaatiojärjestelmästä erillään. Hälytys näkyy ohjaussovelluksen lisäksi robottipuhelimen merkkivälillä, kun 30 % alemmasta räjähdysrajasta on tullut täyteen ja puhelin soittaa automaattisesti päivystäjälle. Jos käyttöautomaatiojärjestelmä on vikaantunut, voidaan hälytyksen sijainti selvittää kaasunilmaisinjärjestelmän paneelistä.

5.5 Vaaralliset reaktiot pysäyttävä järjestelmä

Käytössä on inertointijärjestelmä, jota käytetään putkilinjojen huuhtelemiseen. Typpi korvaa aiemmin linjassa olleen tuotteen sekä hapen ja estää näin aineiden reagoimisen keskenään. Inertointijärjestelmää käytetään normaalisti ennaltaehkäisevänä järjestelmänä. Tyyppiä voidaan kuitenkin johtaa putkilinjaan onnettomuuden tapahtuessa ja korvata palamisen edellyttämä happi sillä. Tämä pysäyttää tehokkaasti esimerkiksi putkilinjassa tapahtuvan palon.

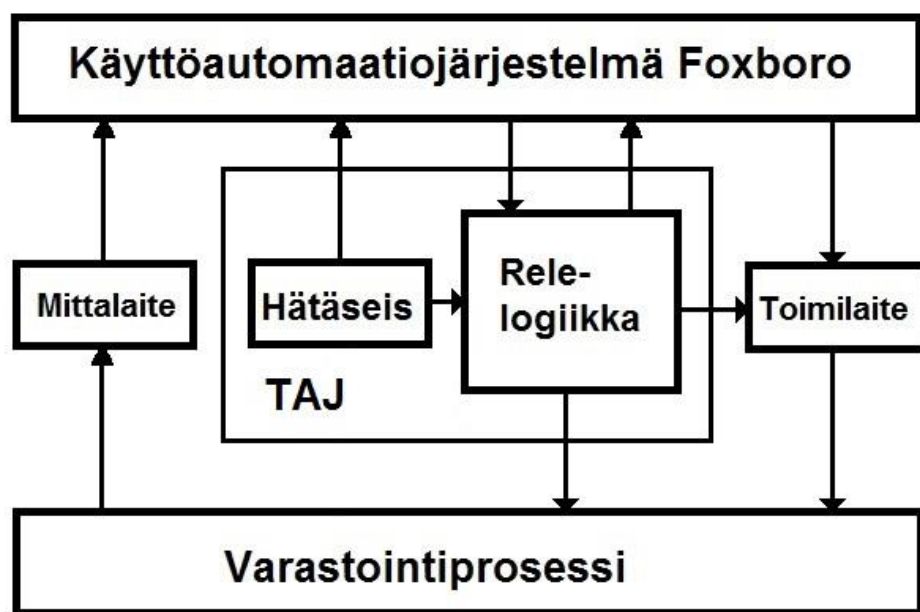
Palovesijärjestelmään kuuluu useita vesitykkeitä sekä kiinteät vesivalelujärjestelmät pallosäiliöille ja junavaunujen purkauspaikoille. Laiturilla sijaitsevat vesitykit ovat etäohjattavia valvomosta käsin. Etäohjaus on toteutettu käyttöautomaatiojärjestelmästä erillään olevalla järjestelmällä. Palovesijärjestelmä on myös yhteydessä sataman palovesiverkkoon, jolloin veden saanti on taattu myös palovesipumppujen vikatilanteissa. Palovesijärjestelmä toimii pysäyttävänä järjestelmänä ja sillä voidaan hallita paloa, kun onnettomuus on tapahtunut.

5.6 Turva-automaatiojärjestelmä

Tämänhetkinen turva-automaatiojärjestelmä (TAJ) selittyy pääpiirteissään alla olevassa kuvassa (Kuva 5.1.). Se sisältää käytännössä hätäseis-painikkeet ja relelogiikan. Releet olivat 1980-luvulla turvallisten piirirakenteiden peruskom-

ponentteja (VTT 2004, 10). Hätäseis-painike vaikuttaa suoraan relelogiikkaan, joka ohjaa varastointiprosessin turvalliseen tilaan, riippumatta käyttöautomaatiojärjestelmän ohjauksista. Hätäseis-piirin kontaktori antaa tiedon käyttöautomaatiojärjestelmälle hätäseis-painikkeen painamisesta. Relelogiikkaa vastaanottaa halutut ohjaukset käyttöautomaatiojärjestelmältä, jos hätäseis-painiketta ei olla painettu. Tällöin relelogiikka ohjaa pumppuja ja venttiileitä normaalisti, joko päälle tai pois päältä.

Ohjaussovelluksen lukitukset ovat riippuvaisia käyttöautomaatiojärjestelmän toimintakyvystä. Käytännössä hätäpysäytysjärjestelmä on ainoa turvajärjestelmä, jonka voidaan taata toimivan tilanteessa, jossa käyttöautomaatiojärjestelmä vikaantuu.

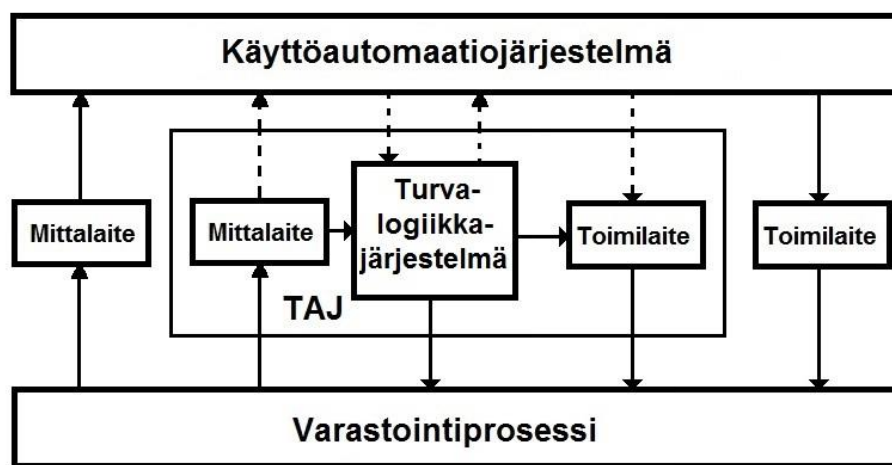


Kuva 5.1. Käytössä oleva turva-automaatiojärjestelmä

Turvalogiikkajärjestelmät ovat nykyään suositumpia, kuin relekytkentöihin perustuvat relelogiikat. Turvalogiikka pystyy monipuolisesti valvomaan itseään ja laitteistoa (HW). Sopivien menetelmien kehitys ohjelmoitavien logiikoiden validointiin on vaikuttanut turvalogiikkajärjestelmien hyväksymiseen turva-automaatiossa. (VTT 2004, 11, 86.)

Tulevaisuudessa automaatiojärjestelmän päivittämisen myötä käyttöautomaatiojärjestelmän rinnalle tulee siitä riippumaton, ohjelmoitavaan logiikkajärjestelmään perustuva turva-automaatiojärjestelmä (TAJ) (Kuva 5.2.). TAJ saa varastointiprosessista samat tiedot kuin käyttöautomaatiojärjestelmä, mutta siihen liittyvät mitta- ja toimilaitteet eivät reagoi käyttöautomaatiojärjestelmän antamiin komentoihin. Havaitessaan hälytyksen varastointiprosessin mittauksissa TAJ ohittaa pääautomaatiojärjestelmän komennot, mukaan lukien operaattorin antamat käskyt ja ohjaa prosessin turvalliseen tilaan.

TAJ:än tullaan liittämään hätäpysäytysjärjestelmän lisäksi kaasunilmaisemiset ja säiliöiden ylitäyttymistä estävä järjestelmä. Tämänhetkisessä ohjaussovelluksessa olevat lukitukset tulevat myös siirtymään TAJ:än. Tämän vuoksi TAJ:n tulee olla luotettava, sillä sen on toimittava ehdottomalla varmuudella tilanteissa, joissa käyttöautomaatiojärjestelmä ei toimi. TAJ:n virheellinen toiminta voi johtaa vakaviin seurauksiin.

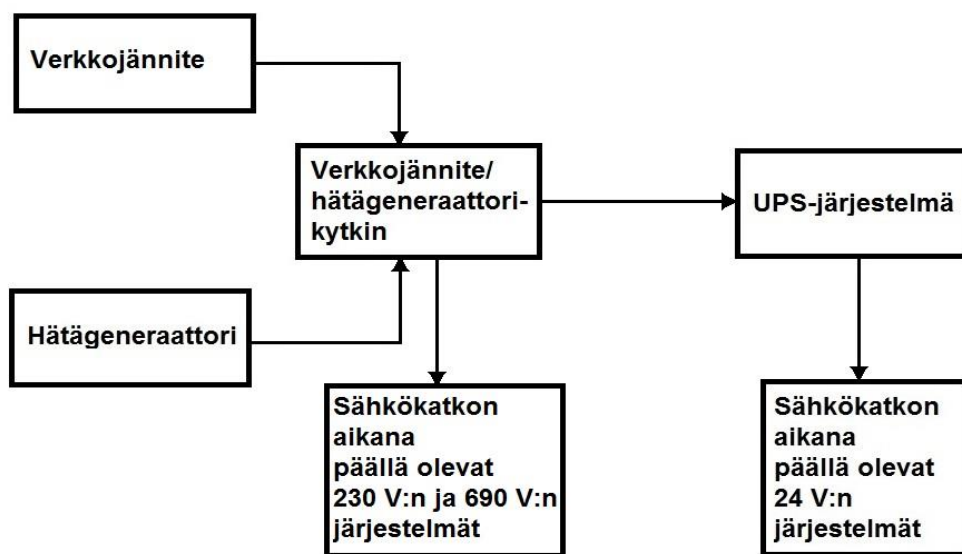


Kuva 5.2. Turva-automaatiojärjestelmän rakenne

Tällä hetkellä käytössä olevat turvajärjestelmät ovat riittävät ja TAJ:n hankintaa voidaan lykätä siihen saakka, kunnes käyttöautomaatiojärjestelmä päivitetään uuteen.

5.7 Varaenergiajärjestelmä

Hätägeneraattori toimii varaenergiajärjestelmänä, jos sähkönsyöttö katkeaa. Tämä järjestelmä toimii automaattisesti jännitteen laskiessa ja kykenee ylläpitämään laitoksen turvallisuuden kannalta tärkeät toiminnot. Turvallisuuden kannalta tärkeitä toimintoja ovat palovesijärjestelmä, prosessitietokone, osa kameroista ja venttiileistä sekä soihtu. Varaenergiajärjestelmään kuuluu hätägeneraattorin lisäksi keskeytyksetön sähkönsyöttöjärjestelmä (Uninterruptible Power Supply, UPS), joka ylläpitää 24 V:n järjestelmää (Kuva 5.3.).



Kuva 5.3. UPS-järjestelmän toiminta

Kriittiset 24 V:n järjestelmät ovat aina, myös verkkojännitteen päällä ollessa, UPS-järjestelmän takana. Tämä takaa keskeytyksettömän sähkönsyötön lisäksi tasalaatuisempaa jännitettä estäen verkossa mahdollisesti esiintyvien jännitepiikkien siirtymisen akkujen ohitse suojattuihin järjestelmiin. UPS-järjestelmän akut lataantuvat joko verkkovirralla tai hätägeneraattorilla. Hätägeneraattori sekä verkkovirta on kytketty kytkimelle, joka vaihtaa hätägeneraattorin tuottamaan jännitteeseen, jos verkkojännite katoaa sähkökatkon myötä.

5.8 Toimenpide-ehdotukset

Tämänhetkinen käyttöautomaatiojärjestelmä toimii käyttötarkoituksen mukaisesti ja riittävällä luotettavuudella. Järjestelmän varaosien, kuten IO-korttien, saatavuus on kuitenkin heikko ja hankintahinta korkea. Tästä johtuen uuteen järjestelmään siirtyminen on tulevien vuosien aikana vääjäämätöntä.

Hätäpysäytysjärjestelmä toimii käyttöautomaatiojärjestelmästä riippumattomana ja se vastaa asetusta ilman muutoksia. Käyttövarmuuden lisäämiseksi voidaan pääkontaktorin kanssa kytkeä sarjaan ylimääräinen hätäpysäytysjärjestelmän kontaktori ja molempien kontaktorien toiminta tulee testata tietyin väliajoin.

Säiliöiden ylitäytön valvonta ja estäminen on turvallisen toiminnan kannalta erittäin tärkeä toiminto ja tällä hetkellä se hoidetaan käyttöautomaatiojärjestelmällä. Käyttöautomaatiojärjestelmän vikaantuessa voidaan kuitenkin hyödyntää hätäpysäytysjärjestelmää.

Turvallinen toiminta voidaan tällä hetkellä taata. Kuitenkin tulevan käyttöautomaatiojärjestelmän uusimisen myötä erillisen turva-automaatiojärjestelmän hankinta nousee ajankohtaiseksi ja yllämainitut järjestelmät tulee liittää osaksi erillistä turva-automaatiojärjestelmää. Uusien instrumentointilaitteiden hankinnassa tulee huomioida, että laitteille myönnetyt sertifikaatit takaavat IEC 61508- sekä IEC 61511-standardien täyttymisen.

6 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää, onko Finngasin turva-automaatiojärjestelmä riittävä vai onko sitä päivitettävä, jotta se vastaa valtioneuvoston asetusta 856/2012. Jotta työhön oli mahdollista ryhtyä, täytyi selvittää mahdolliset häiriöt prosessiin. Kun ongelmakohdat oli saatu selville, tarkasteltiin, kuinka niihin on tällä hetkellä varauduttu. Käytössä olevia ratkaisuja verrattiin asetuksessa mainittuihin kohtiin.

Finngasilla tällä hetkellä käytössä oleva turva-automaatiojärjestelmä täyttää tulkinnanvaraisesti asetuksessa määritellyn ja siinä vaadittavan turvallisuustason. Relelogiikka hoitaa käytännössä manuaalisesti saman asian kuin ohjelmoitavaan logiikkajärjestelmään perustuva turva-automaatiojärjestelmä. Huomioitavaa asiassa on järjestelmän manuaalisuus. Manuaalisuudella tarkoitetaan sitä, että operaattorin täytyy painaa hätäseis-painike vikatilanteessa.

Käyttöautomaatiojärjestelmän päivityksen myötä on syytä varautua myös turva-automaatiojärjestelmän samanaikaiseen hankintaan. Tämä luo varmuutta toimintaan poistamalla inhimillisestä erheestä johtuvan riskin. Inhimillinen erhe poistetaan tekemällä turvallisuuteen liittyvät välttämättömät ohjaukset automaattisesti, operaattorista tai käyttöautomaatiojärjestelmästä riippumatta. Tällä hetkellä turva-automaatiojärjestelmä toimii manuaalisesti, luottaen operaattorin valppauteen ja kykyyn reagoida odottamattomaan tilanteeseen nopeasti.

Opinnäytetyö syvensi merkittävästi turva-automaatioon ja automaatioon liittyvää tuntemustani. Olen myös oppinut tulkitsemaan asetustekstiä ja sovelta-
maan annettuja määräyksiä olemassa oleviin järjestelmiin.

LÄHTEET

- DNVGL. 2015. KEMA Laboratories. Saatavissa: <https://www.dnvgl.com/energy/laboratories/index.html> [viitattu 3.11.2015]
- Euroopan yhteisö. 1994. Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 94/9/EY. Saatavissa: http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/mechanical/files/atex/direct/text94-9_fi.pdf [viitattu 1.11.2015]
- Finngas GmbH sivuliike Suomessa. 2015. FGGLaitoskäsikirja.
- IEC. 2003. International standard iec 61511-1. Saatavissa: https://webstore.iec.ch/preview/info_iec61511-1%7Bed1.0%7Den.pdf [viitattu 28.10.2015]
- IEC. 2015. What does the IEC do. Saatavissa: http://www.iec.ch/perspectives/general_public/what_iec_does.htm [viitattu 27.10.2015]
- Kivipuro, M. & Malm, T. 2004. VTT tiedotteita. Turvallisuuteen liittyvät ohjausjärjestelmät konesovelluksissa. Saatavissa: <http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2004/T2264.pdf> [viitattu 14.10.2015]
- Lautala, K. 2015. Head of Operations. Keskustelu. Finngas GmbH
- Malm, T. & Vanhala, M. & Venho-Ahonen, O. 2010. VTT tutkimusraportti. Auto-maatiouusintojen turvallisuus konejärjestelmissä. Saatavissa: <http://www.vtt.fi/inf/julkaisut/muut/2010/VTT-R-04369-10.pdf> [viitattu 27.10.2015]
- Mäkelä, M. 2015. Yliopettaja. Keskustelu. KyAMK
- Reinikainen, V. 2005. JP-Suunnittelu Oy. Nykyiset tilaluokitykset - yhteenveto.
- SFS. 2011. Räjähdyksvaarallisten tilojen, laitteiden, asennusten ja tilaluokituksen standardit. Saatavissa: <http://www.sfs.fi/files/60/atexesite.pdf> [viitattu 21.06.2015]
- Simola, S. 2015. Maintenance technician electricity/automation. Keskustelu. Finngas GmbH
- Suomen Automaatioseura ry. 2010. Teollisuusautomaation riskit ja niiden hallinta. Saatavissa: <https://www.viestintavirasto.fi/attachments/tietoturva/TeollisuusautomaationTietoturva.pdf> [viitattu 22.10.2015]
- Sähköryhmä Muukka OY. 2015. Paloilmoitinkaavio. Ei saatavissa.
- Tiitinen, T. 2015. Sähköasentaja. Keskustelu. Finngas GmbH
- Tukes opas. 2007. Turva-automaatio prosessiteollisuudessa. Saatavissa: http://www.tukes.fi/Tiedostot/kemikaalit_kaasu/Turva-automaatio_prosessiteollisuudessa.pdf [viitattu 12.7.2015]

Tukes opas. 2012. ATEX Räjähdyksvaarallisten tilojen turvallisuus. Saatavissa: http://www.tukes.fi/Tiedostot/vaaralliset_aineet/esitteet_ja_opaat/ATEX_opas.pdf [viitattu 16.7.2015]

Vahtera, V. 2015. Manager. Keskustelu. Finngas GmbH

Valtioneuvosto. 2003. Asetus räjähdyskelpoisten ilmaseosten työntekijöille aiheuttaman vaaran torjunnasta 576/2003/VN. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2003/20030576> [viitattu 3.8.2015]

Valtioneuvosto. 2012. Asetus vaarallisten kemikaalien teollisen käsittelyn ja varastoinnin turvallisuusvaatimuksista 856/2012/VN. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2012/20120856> [viitattu 4.8.2015]

Valtioneuvosto. 2015. Asetus vaarallisten kemikaalien teollisen käsittelyn ja varastoinnin turvallisuusvaatimuksista annetun valtioneuvoston asetuksen muuttamisesta 686/2015/VN. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2015/20150686#Pidp4031040> [viitattu 10.11.2015]